



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för ekologi

Rapsbaggen – En skadegörare i oljeväxter

– Litteratursammanställning av rapsbaggen som skadegörare i raps

Pollen beetle – A pest in oil seed rape

– A literature review of the pollen beetle as a pest in oil seed rape

Patrik Svanström



Agronomprogrammet – Mark/växt
Uppsala 2015

Självständigt arbete/Examensarbete / SLU, Institutionen för ekologi 2015:15

Rapsbaggen – En skadegörare i oljeväxter

- litteratursammanställning av rapsbaggen som skadegörare i raps

Pollen beetle – A pest in oil seed rape

- a literature review of the pollen beetle as a pest in oil seed rape

Patrik Svanström

Handledare: Riccardo Bommarco, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi.

Examinator: Barbara Ekblom, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi.

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi - kandidatarbete

Kurskod: EX0689

Program/utbildning: Agronomprogrammet – Mark/växt

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2015

Omslagsbild: Patrik Svanström

Serietitel: Självständigt arbete/Examensarbete / SLU, Institutionen för ekologi **Löpnummer:** 2015:15

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Rapsbagge, ekologi, oljeväxter, skadegörare, bekämpning, skördeförluster, bekämpningströsklar, insekticidresistens

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för ekologi

Sammanfattning

Rapsbaggen är en skadegörare i odling av oljeväxter och anses av många vara en av de viktigaste skadegörarna i grödan. Den allmänna uppfattningen i Sverige är att den är en skadegörare vilken kan orsaka totala skördeförkluster om ingen bekämpning sker och denna uppfattning finner även stöd hos flera forskare. I dagsläget är rapsbaggen av störst betydelse i våroljeväxter jämfört med höstoljeväxter på grund av att höstoljeväxterna till stor del växer förbi de känsliga stadierna innan rapsbaggarna hinner göra någon skada på våren. Problematiken blir dock större då odling av höst- och våroljeväxter sker i samma område då blomningen får en mer utdragen period varpå äggläggningstiden blir längre för rapsbaggarna. Då utvecklingen går mot ett varmare klimat längre upp i landet kan detta leda till att odlingen av såväl höst- som våroljeväxter får möjlighet att bli mer väletablerad längre norrut än i dagsläget. Med detta följer då även problematiken med rapsbaggarna och när det blir varmare tidigare på våren kommer det även att innebära att rapsbaggarna kan bli aktiva tidigare vilket kan bidra till en än mer problematisk situation. Då rapsbaggen är en etablerad och välkänd skadegörare sker det även en bekämpning mot den för att minska dess påverkan på skörden. Bekämpningen som sker idag är i huvudsak kemisk och väldigt beroende av få aktiva substanser och verkningsmekanismer. De senaste 15 åren har en utveckling av insekticidresistens kunnat ses hos populationer av rapsbaggar i flera länder i Europa och detta gör den redan ansträngda kemiska bekämpningen än mer ohållbar. Denna utveckling är troligen en följd av att det nästan enbart är pyretroider som används vid den kemiska bekämpningen. Vid tillämpning av den kemiska bekämpningen finns det i de flesta länder bekämpningströsklar som baseras på antalet rapsbaggar i medeltal per planta i olika utvecklingsstadier. Det förekommer stora skillnader i bekämpningströsklar mellan olika länder och dessa bekämpningströsklar kan i vissa fall vara baserade på gamla försöksresultat och en översyn och konstruktion av nya bekämpningströsklar kan vara aktuellt i många fall. Trots att dessa bekämpningströsklar i vissa fall kanske inte ses som optimala är det viktigt att i den mån de finns följa dessa för att inte sätta in bekämpningar i onödan. Att i exempelvis Sverige även följa rekommendationer för variation av preparat och rekommenderade doser är av yttersta vikt för att minimera risken för vidare resistensutveckling hos rapsbaggepopulationerna. För att minska beroendet av den kemiska bekämpningen finns det flera alternativa bekämpningsmetoder och odlingsåtgärder som kan tillämpas. Exempel på sådana åtgärder kan vara att använda sig av insektspatogena svampar, fångstgrödor kring oljeväxterna och att gynna parasitoider. Det bedrivs även forskning för att undersöka möjligheterna att bekämpa rapsbaggarna med transgena grödor. För att som lantbrukare uppnå en så god kontrolleffekt som möjligt av rapsbaggen bör möjligheterna för nyttjandet av alternativa bekämpningsmetoder ses över och i den mån det är möjligt tillämpas. Det är även av yttersta vikt

att ha god översikt över grödan för att se när tillgängliga bekämpningströsklar uppnås och när det är bäst lämpat att sätta in den kemiska bekämpningen. För att odlingen av oljeväxter dock ska vara långsiktigt hållbar gäller det att inte basera all kontroll på kemisk bekämpning. Syftet med denna litteratursammanställning är att ge en översikt av vad vi känner till om rapsbaggen och hur bekämpning av den kan ske för att i framtiden ha en fortsatt god möjlighet till kontroll av den.

Abstract

The pollen beetle is a pest in oil seed rape and is considered by many to be one of the most important pests in the crop. The opinion in Sweden is that the pollen beetle is a pest which can cause serious yield loss if no control measures are applied. In the current situation the pollen beetle causes the most serious damage in spring oil seed crops. The winter oil seed crops outgrow the most sensitive developmental stage before the pollen beetle becomes active in the spring. When winter and spring oil seed crops are grown in the same area the complex of the problems due to the pollen beetle increases. Due to an extended availability of host plants, which differ in flowering time, the pollen beetle can produce more eggs over a longer time and thereby there is a risk of a larger increase of the population. The climate in Sweden is becoming warmer and this enables the cultivation of oil seed crops in more regions of the country. In this scenario there would be a larger area of oil seed crops grown and thereby the availability of host plants for the pollen beetle would increase. With a warmer climate the risk that pollen beetles would become active earlier in the spring also increases. Because the pollen beetle is an established pest, control measures are applied to reduce its effect on the yield. This control is primarily based on chemical control with insecticides. During the latest 15 years there has been a development towards insecticide resistant populations of pollen beetles in most of Europe. One explanation for this is probably the fact that the insecticides are dependent on very few active substances and there are only a few different modes of action that can be used. In most countries there are thresholds for when to apply chemical treatments. In many cases these are based on old field trials and the difference between countries can be significant. Thereby a need to revise these thresholds could be of great importance. It is of even greater importance that the thresholds that do exist are followed, and also the recommendations for variation in products and active substances that are suggested by, for example, the Swedish Board of Agriculture. By following these thresholds and recommendations the risk of further development of insecticide resistance is reduced. To reduce the dependence on chemical control there are several types of alternative control measures that can be applied e.g. parasitoids, trap crops, and pathogens. Research on the possibility of controlling the pollen beetle with transgenic plants is also in progress. To optimize the control of the pollen beetle the farmer should analyze the possibilities for different control measures that are possible to apply. It is also crucial to have good monitoring in the crop to detect when thresholds are reached. For the cultivation of oil seed crops to be sustainable it is of the greatest importance that control is not based on insecticides. The purpose of this essay is to give an overview of what we know about the pollen beetle and how different control methods can be applied. This is of great importance to increase the chances of having effective control methods in the future.

Innehållsförteckning

1	Inledning	6
2	Rapsbaggens ekologi	8
2.1	Övervintring och utflygning	8
2.2	Äggläggning	9
2.3	Populationsreglerande faktorer	9
3	Fångstmetoder och avräkning	10
4	Skador orsakade av rapsbaggen	12
4.1	Skördeförluster	12
4.2	Tröskelvärden	13
5	Bekämpningsåtgärder	16
5.1	Parasitoider	16
5.2	Bin som patogenbärare	17
5.3	Fångstgröda	18
5.4	Kemisk bekämpning	19
5.5	Genmodifiering	21
6	Insekticidresistens	23
7	Datasammanställning	25
7.1	Metod	25
7.2	Resultat	26
7.3	Diskussion kring sammanställningen	28
8	Diskussion	30
	Referenslista	33

1 Inledning

Rapsbaggar är en skadeinsekt i oljeväxter och benämns av många berörda personer som en av de viktigaste skadegörarna inom odling av oljeväxter i Europa. Oljeväxter är en gröda som är viktig för såväl sin egen del som en gröda med god ekonomisk bärighet men även som en avbrottsgröda i ofta ensidiga odlingssystem. För att oljeväxterna ska nå goda resultat krävs det ofta åtgärder för att reducera graden av angrepp från rapsbaggar och det vanligaste är att detta sker genom kemisk bekämpning. Detta resulterar i att rapsbaggen orsakar skada såväl i form av skördeförluster som att bidra till höga kostnader för bekämpning och genom bekämpning även en påfrestning för miljön. I länder såsom Sverige kan rapsbaggen orsaka än mer skada då det odlas såväl höst- som våroljeväxter i samma område på flera platser i landet. Detta gynnar rapsbaggens överlevnad och reproduktion då blomningen mellan höst- och våroljeväxter skiljer sig åt vilket innebär en längre tid för rapsbaggarna att lägga sina ägg. Runtom i Europa har det även sedan omkring år 2000 rapporterats om förekomst av insekticidresistens hos populationer av rapsbaggar och det verkar även ske en utveckling mot insekticidresistens i allt fler länder. Med ett litet urval av preparat och det faktum att den huvudsakliga bekämpningen sker med pyretroider ökar problematiken ytterligare med en hög risk för vidare resistensutveckling.

I denna uppsats ligger huvudsakligt fokus på att ge en överblick av rapsbaggens biologi och vilka åtgärder som kan vidtas för att bekämpa den. Såväl kemisk bekämpning som alternativa biologiska bekämpningsmetoder tas upp för att ge en överblick av rapsbaggen, vilka skador den kan orsaka och vilka möjligheter som finns till kontroll. Avslutande finns även en sammanställning av flera olika försök där jag strävat efter att se om det finns något samband mellan antalet rapsbaggar och vilken skörd som erhålls. För att hitta lämplig litteratur till litteraturöversikten har jag i huvudsak använt mig av bibliotekets söktjänst Primo, Web of Science samt Google Scholar. Exempel på sökord jag använt mig av är "meligethes aeneus" och "pollen beetle" i samband med "control", "insecticides", "threshold", "biology", "resistance", "brassica" med flera. Jag har även använt mig av svenska söktermer såsom "rapsbagge" i samband med "bekämpning" med flera men den huvudsakliga litteraturen som jag funnit och som varit aktuell har varit engelsk. Min handledare Riccardo Bommarco har även tipsat mig om vissa forskare som

kan skrivit aktuella artiklar vilka jag då sökt efter. För att avgränsa det hela och göra det rimligt som ett kandidatarbete beskrivs exempelvis insekticidresistens översiktligt och inget direkt fokus läggs på exempelvis olika verkningsmekanismer i detalj. Detsamma gäller för de åtgärder som kan vidtas och dessa beskrivs något översiktligt för att ge en överblick av vad som kan göras. Datasammanställningen som gjorts har baserats på data som jag erhållit från Lennart Pålsson på Hushållningssällskapet. För att göra det hela rimligt för ett kandidatarbete har jag i datasammanställningen plockat ut registrerade data för led i försök där bekämpning antingen skett eller inte. Skörden för dessa led har sedan ställts mot förekomsten av rapsbaggar i form av den sista avräkning som gjorts i respektive led. Det hela har sedan analyserats i programmet Minitab.

Målet med detta arbete är att göra en litteraturöversikt av rapsbaggen som skadegörare huvudsakligen i raps och vilka möjligheter som finns till bekämpning. I och med detta kan denna uppsats fungera som en övergripande sammanställning för exempelvis lantbrukare och rådgivare. Hur stort problem är rapsbaggen? Vad vet vi om dess biologi? Vilka åtgärder kan vidtas mot den? Hur ser resistensproblematiken ut och vad kan göras för att minska denna? Detta är frågor som jag sökt besvara i detta arbete och baserat min litteraturöversikt på.

2 Rapsbaggens ekologi

Rapsbaggen (*Meligethes aeneus*) är en insekt vilken tillhör ordningen skalbaggar och familjen glansbaggar. Det finns omkring 30 olika arter av rapsbaggar i Sverige där *Meligethes aeneus* är den vanligaste förekommande (Nilsson 1995). Rapsbaggen är 2-3 millimeter lång och metalliskt svartgrön till färgen (Douwes et al. 2004).

2.1 Övervintring och utflygning

Rapsbaggen övervintrar under det översta skiktet av förna i marken (Rusch et al. 2012). Det har genomförts flera olika studier för att undersöka vilka övervintringsplatser baggarna söker sig till mer specifikt och hur de väljer dessa. Generellt sett övervintrar de vuxna baggarna framförallt i områden som har en relativt god tillgång av humus och är lagom fuktiga (Marczali et al. 2006). Dessa förhållanden uppfylls väl i skogsområden och det är i dessa typer av områden som rapsbaggarna trivs (Rusch et al. 2012). När vintern är över och temperaturen stiger till omkring 10 °C så lämnar baggarna sina övervintringsplatser och livnär sig till en början på pollen från diverse olika korsblommiga växter innan oljeväxtfälten angrips. Först när temperaturerna stigit ytterligare några grader sker utflygningen till rapsfälten (Kazachkova et al. 2007). För att lokalisera oljeväxtfälten och finna exempelvis rapsen vilken är den huvudsakliga värdväxten för baggen orienterar sig baggarna genom att flyga i motvind vilket gör att de kan flyga mot källan för lukten av oljeväxterna (Williams et al. 2007). Rapsbaggarna kan även lokalisera plantor genom doften som utsöndras av pollen (Cook et al. 2002). Baggarna attraheras även av rapsblommornas gula färg (Döring et al. 2012). När rapsbaggen anlant till rapsfälten skadar de grödan genom att de vuxna baggarna livnär sig på pollen från blommorna och lägger sina ägg i blomknopparna (Rusch et al. 2012). Den huvudsakliga

födorskadan sker på de knoppar som inte föredras för äggläggningen och i de flesta fall sker födorskador på öppna blommor (Hopkins & Ekbom 1996).

2.2 Äggläggning

För äggläggningen föredrar rapsbaggarna framförallt blomknoppar som är 2-3 millimeter stora där de lägger mellan ett och sex ägg per blomknopp. Det är framförallt raps, *Brassica napus*, som föredras för äggläggningen (Ekbom & Borg 1996). Rapsbaggarna varierar vid äggläggningen storleken på äggen beroende på vilken värdväxt som finns tillgänglig. På växter som föredras av rapsbaggen såsom rapsplantor läggs större ägg jämfört med då äggläggningen sker på exempelvis senapsplantor. Detta kan bero på att rapsbaggarna sparar på resurser för framtida äggläggning på en mer önskvärd planta (Ekbom & Popov 2004). När rapsbaggar exponeras för olika värdväxter har det visats att goda värdväxter stimulerar produktionen av ägg jämfört med sämre värdväxter vilka resulterar i mindre äggproduktion (Hopkins & Ekbom 1996). Efter äggläggningen och efter att larverna kläcks livnär sig dessa på pollen från ståndarna inuti blomknopparna. Om förekomsten av larverna är så pass stor att födan tar slut kan de röra sig uppåt längs med växten och röra sig från blomklase till blomklase för att sedan efter ett par dagar falla till marken för att genomgå en förpuppning (Butt et al. 1998). Larverna karaktäriseras av en vit cirka 4 millimeter lång kropp med ett mörkare huvud och kan ofta ses sitta i klumpar i övre delen av plantan (Djurberg et al. 2011). När förpuppningen skett tar det cirka 50 dagar innan den nya generationen av rapsbaggar kläcks (Nilsson 1995). Efter detta så lämnar dessa rapsbaggar oljeväxtfälten och tar sig till lämpliga övervintringsplatser (Rusch et al. 2012). Utflygningen från rapsfälten sker i medvind till skillnad från inflygningen till fälten (Kazachkova et al. 2007).

2.3 Populationsreglerande faktorer

Populationsstorleken på rapsbaggarna regleras av olika faktorer. Exempel på sådana är hur stor andel av de lagda äggen som faktiskt är fertila och kläcks eller hamnar i ogynnsamma knoppar. Även hur förekomsten av värdväxter ser ut spelar en stor roll. I Sverige där det odlas såväl vår- som höstoljeväxter innebär det att rapsbaggarna får längre tid på sig att genomföra äggläggningen då det skiljer sig i blomningstid mellan de båda typerna av oljeväxter (Fogelfors 2015). Ytterligare en faktor som kraftigt kan reducera rapsbaggarnas populationsstorlek är förekomsten av parasitoider. Dessa även kända som parasitsteklar begränsar storleken på rapsbaggepopulationerna genom att lägga sina ägg i larverna varpå parasitlarverna kan genomgå sitt larvstadium inuti värden och på sikt orsaka dennes död. Med en ökad förekomst av parasitoider så kan alltså fler rapsbaggelarver parasiteras och således kommer det vara färre rapsbaggar i nästkommande generation (Ulber et al. 2010).

3 Fångstmetoder och avräkning

För att fånga in insekter finns det flera olika metoder att använda sig av och dessa gäller inte enbart för rapsbaggar. Därför kommer dessa att här beskrivas mer generellt med visst fokus på att designa fällor för att göra dem än mer verksamma för rapsbaggar.

Gulskålar är en typ av fällor vilken är vanligt förekommande, enkel att använda och effektiv. Denna fungerar genom att det sätts ut plastskålar vilka är vita eller gula och fyllda med vatten samt lite diskmedel. Det är då färgen som lockar till sig insekterna vilka flyger till skålen och drunknar varpå de kan samlas in. En annan vanligt förekommande typ av fälla är fallfällor. Dessa fungerar precis som namnet antyder genom att insekterna faller ner i dem. Detta genom att fällorna, i form av burkar, grävs ned i marken varpå insekter som rör sig på markytan kan falla ned i dessa (Douwes et al. 2004). I försök har utformningen av fällor samt deras färg och tillsatser av isotiocyanat genomförts. Isotiocyanat är en nedbruten produkt från glukosinolater vilken attraherar rapsbaggar. I försöket testades bland annat gulskålsfällor och en typ av klisterfällor. Gulskålsfällor var den mest framgångsrika fångstmetoden och i detta försök de skålar vilka var gula. Viss effekt fanns hos fällor med gul-grön färg dock ej på samma nivå som de enbart gula fällorna. Skålar som färgades svarta, gräsgröna och gräddfärgade lockade inte till sig några rapsbaggar. Vid tillsats av en blandning av isotiocyanater ökade effekten hos fällorna och fler rapsbaggar samlades in oavsett färg på fångstskålarna. Effektiviteten hos vanliga gula fällor ökade upp till 3,3 gånger (Blight & Smart 1999). Ytterligare försök har visat att rapsbaggar även lockas till flera enskilda ämnen vilka utsöndrar dofter och som förekommer i oljeväxter (Smart & Blight 2000).

För att avgöra när tröskelvärden för bekämpning överskrids är det vanligt att enklare bevakning av fälten sker genom direkt avräkning av rapsbaggar på plantor. Det är då viktigt att inte begränsa avräkningarna till delar av fälten som kan ge en missvisande bild av antalet rapsbaggar. Därför bör avräkningen ske genom att gå diagonalt över fältet och beräkna antalet rapsbaggar på plantor som väljs ut slumpmässigt. Därefter kan ett medelvärde av rapsbaggar per planta beräknas. Det är även viktigt att inte enbart välja ut de plantor som är mest välutvecklade och inte enbart välja plantor som är angripna då detta kan innebära ett missvisande resultat (Twengström 2002; Jordbruksverket 2014). Då graderingar av förekom-

ten för rapsbaggar görs beräknas antalet baggar på fem plantor i rad på fem olika ställen i markerade graderingsrutor vilka är cirka 40 gånger 24 meter stora. Detta innebär att totalt 25 plantor kontrolleras varpå ett medeltal i rapsbaggar per planta kan beräknas (Graderingsinstruktioner, Växtskyddscentralen Uppsala).

4 Skador orsakade av rapsbaggen

Den skada som orsakas av rapsbaggarna sker såväl från larverna som från de vuxna baggarna. Skadan uppkommer framförallt genom att de vuxna rapsbaggarna äter pollen från blommor och lägger sina ägg i blomknopparna (Rusch et al. 2012). Som nämnts tidigare sker den huvudsakliga födoskadan på de knoppar vilka baggarna inte föredrar att lägga sina ägg i, alltså de knoppar som inte hamnar i storleksintervallet 2-3 mm (Hopkins & Ekbom 1996). Larverna som kläcks i knopparna äter sedan pollen i dessa. Följden av denna skada kan bli att knopparna ramlar av plantan vilket innebär att ingen fröproduktion kommer att ske där vilket innebär att skörden minskar. Till viss grad kompenserar oljeväxtplantorna för denna skada genom att knoppar på resten av plantan som var vilande innan skadetillfället börjar utvecklas. Desto starkare angreppen blir desto svårare blir det för plantan att kompensera för skadan (Nilsson 1987).

4.1 Skördeförluster

Odlingen av oljeväxter hotas ofta av angrepp från rapsbaggar vilken kan orsaka stor skada på plantorna och således även på skördenivåerna (Nauen et al. 2012; Slater et al. 2011; Tiilikainen & Hokkanen 2008; Ekbom & Borg 1995). I vissa fall kan skördeminskningarna uppgå till så mycket som 80 % (Hansen, 2003). I Sverige anses höstoljeväxter drabbas mindre än våroljeväxter och den senare kräver oftare bekämpning flera gånger medan det ofta räcker med endast en kantbehandling i höstoljeväxter (Jordbruksverket 2014). Det har visats att ett negativt samband finns mellan antalet rapsbaggar och skördenivån i höstraps där ett högre antal rapsbaggar bidrar till en lägre skörd jämfört med ett lägre antal rapsbaggar (Zaller et al. 2008). I försök har det konstaterats att skördarna blev lägre i obehandlade kontrollrutor jämfört med i försöksrutor där bekämpning skett mot rapsbaggar. I tre utav dessa försök kunde det även konstateras att skördenivåerna i de obehandlade försöken var mindre än hälften så stor som den i de försök där behandling genomförts. Vidare kunde det även konstateras att frön från plantor som utsatts för angrepp av rapsbaggar hade en lägre oljehalt och högre klorofyllhalt jämfört med plantor där bekämpning av rapsbaggar skett. Detta är med stor sanno-

likhet följden av att då angrepp skett är inte alla plantor fullständigt mogna vid tillfället för skörd (Nilsson 1987).

4.2 Tröskelvärden

Då rapsbaggen är en betydelsefull skadegörare inom odlingen av oljeväxter och kan orsaka stora skördeförluster (Hansen 2003; Nilsson 1987) finns det i många fall anledning till bekämpning (Hansen 2004). För att maximera effekten av bekämpningen och undvika risker för utveckling av resistens är det viktigt att det finns bekämpningströsklar och prognosmetoder för hur stora angrepp kan bli och att dessa följs. Detta ger en större chans att sätta in bekämpning vid rätt tidpunkt. Vid tillämpning av kemisk bekämpning är det extra viktigt att beakta hur aktuell en bekämpning är. Det som måste övervägas är hur stor skada som faktiskt kan komma att ske och om denna kommer leda till betydande skördeförluster. Detta måste sedan vägas mot risken för exempelvis resistensutveckling hos den aktuella populationen av rapsbaggar. Det har även visats att oljeväxter till viss del kan kompensera för den skada som uppkommer av rapsbaggar vilket gör tröskelvärdena än mer betydelsefulla (Jordbruksverket 2014). I nuläget är de bekämpningsströsklar som finns till stor del baserade på antalet rapsbaggar i medeltal per planta och anpassade som ekonomiska skadetrösklar. Ekonomiska bekämpningströsklar och tröskelvärden varierar beroende på vilket land som står i fokus. För vårraps har specifika trösklar registrerats från olika länder i Europa med ett intervall från 0,5 till 5 rapsbaggar per planta (Richardson, 2008). Hur många rapsbaggar som sätts som ett tröskelvärde beror sedan även på i vilket utvecklingsstadium som plantan befinner sig i. I tabell 1 kan vi se hur de nuvarande bekämpningströsklarna i Sverige ser ut enligt jordbruksverkets rekommendationer.

Tabell 1. Bekämpningströsklar för rapsbaggar i oljeväxter enligt jordbruksverket. (Jordbruksverket 2014)

Utvecklingsstadium	Tidigt knoppstadium (DC 51)	Medelsent knoppstadium (DC 52/53)	Sent knoppstadium (DC 59)
Höstoljeväxter: antal rapsbaggar i medeltal/planta	2-3	3-4	5-6
Våroljeväxter: antal rapsbaggar i medeltal/planta	0,5-1	1-2	2-3

Dessa bekämpningströsklar baseras på den mängd av skadegörare som genom angrepp utan förekomst av bekämpning kommer att leda till en så pass stor skördeförlust att den motsvarar kostnaden för bekämpningen (Jordbruksverket 2014).

I Danmark har studier genomförts för att underlätta uppskattningen av antalet rapsbaggar per planta och genom detta förenkla tillämpningen av bekämpnings-trösklarna. Hansen (2003) har tagit fram en modell vilken gör det möjligt att bestämma antalet rapsbaggar per planta genom att uppskatta den procentuella andelen av angripna plantor i fältet. I studien genomfördes en separat analys för såväl höst- som våroljeväxter. Genom test och analys kunde det dock konstateras att ett poolat värde av försöksresultaten från höst- och våroljeväxter gav ett representativt korrekt resultat. Modellen som konstruerats beskrivs enligt följande:

$$Y = 43,4 * X^{0,47}$$

Där Y motsvarar den procentuella andelen angripna plantor i fältet och där X motsvarar antalet rapsbaggar per planta. Modellen täcker intervallet från där ingen planta är angripen av rapsbaggar vilket motsvarar 0 rapsbaggar per planta och upp till den nivå där 100 % av plantorna är angripna av rapsbaggar vilket motsvarar en förekomst av 5,9 rapsbaggar per planta. Detta innebär alltså att modellen täcker intervallet från 0 rapsbaggar till 5,9 rapsbaggar per planta och således täcker den hela det aktuella intervallet för bekämpningsrekommendationerna. De aktuella tröskelvärdena i Danmark då studien genomfördes var 0,5 till 1 rapsbagge per planta. Hansen (2003) föreslår att denna modell med fördel kan användas som ett verktyg av till exempel lantbrukare för att underlätta uppskattningen av antalet rapsbaggar på plantorna. Således kan bekämpning lättare sättas in vid rätt tidpunkt och effekten av denna optimeras.

I ytterligare en studie har det undersökts huruvida olika faktorer påverkar skörde-förlusterna från angrepp av rapsbaggar i våroljeväxter. Syftet med projektet var att upprätta en modell för beräkning av en ekonomisk bekämpningströskel vilken sedan kan användas som riktvärde för bekämpning. Efter diverse analyser beslutades det att använda den modell som gav den högsta regressionskoefficienten och vilken innehöll det lägsta antalet variabler eller påverkande faktorer. Resultatet blev då att de variabler som påverkade skördeförlusterna var medeltalet av rapsbaggar per planta och dag sammanslaget från inflygning till fältet och tills slutet av blomningen (BD), daggrader (DD_{7B}) och nederbörd (P_{7b}) sju dagar före inflygningens början samt daggrader sju dagar efter inflygningens början (DD_{7a}). Den slutgiltiga modellen med beräknade koefficienter ser ut enligt följande:

$$\text{Skördeförlust} = 0,253 * BD + 0,340 * DD_{7b} + (-1,721 * P_{7b}) + (-0,296 * DD_{7a})$$

Genom denna modell och beräkningar av bland annat värdet på skörden, kostnad för bekämpning och skördenivåer hos grödan kunde den ekonomiska bekämpningströskeln beräknas till 5 % skördeförlust år 2002 i Danmark (Hansen 2004). Enligt Hansen (2004) kan denna typ av modell fungera bättre i beräkningar av aktuella tröskelvärden för bekämpning jämfört med de aktuella tröskelvärden som finns vilka i de flesta fall är baserade på plantans utvecklingsstadium.

För att kontrollera hur väl anpassade aktuella tröskelvärden är har organisationen HGCA genomfört ett projekt i Storbritannien. Målet med projektet var att komma fram till nya aktuella tröskelvärden genom att se hur stor skada som kan orsakas

av rapsbaggen och hur mycket skada som kan tolereras av växten. Till stor del har detta skett som ett försök att åstadkomma mer precisa tröskelvärden för bekämpning för att bland annat minska risken för resistensutveckling. I projektet kunde slutsatsen dras att varje rapsbagge i genomsnitt kan orsaka skada på nio stycken knoppar. Vidare konstaterades det att skörden hos oljeväxterna når maximala värden genom att producera ett visst specifikt antal knoppar samt att det i allmänhet produceras fler blommor än vad som är optimalt för maximal skörd. Detta innebär att det finns ett antal blomknoppar som med fördel kan offras till rapsbaggarna innan en skördeförlust uppstår. Det konstaterades även att våroljeväxter och höstoljeväxter producerar ungefär lika många överflödiga knoppar vilket innebär att dessa båda skulle vara lika känsliga eller toleranta för angrepp av rapsbaggar. Detta går emot den generella uppfattningen att våroljeväxter i allmänhet är mer utsatta än höstoljeväxter (Ellis & Berry 2012). De tröskelvärden som har fastställts ur detta projekt redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Bekämpningströsklar som antal rapsbaggar per planta beroende på planttätheten (Ellis & Berry 2012)

Antal plantor per m ²	< 30	30-50	50-70	> 70
Antal rapsbaggar per planta som tröskelvärde	25	18	11	7

5 Bekämpningsåtgärder

Då rapsbaggen som tidigare nämnts är en skadegörare vilken kan orsaka stora skördeförluster finns det till följd av detta ofta ett behov till bekämpning. För att minska risken för svåra angrepp av rapsbaggar kan exempelvis olika biologiska kontrollåtgärder vidtas såsom att reducera populationsstorlekarna genom att gynna parasitoider eller tillämpa bekämpning genom att använda insektspatogena svampar (Hokkanen 2008). Det går även självfallet att tillämpa kemisk bekämpning och detta är troligtvis den mest etablerade typen av bekämpningsmetod mot rapsbagarna (Slater et al. 2010).

5.1 Parasitoider

En faktor som i vissa fall kraftigt kan reducera storleken på rapsbaggarnas populationer är förekomsten av parasitoider. En parasitoid är en parasitstekel men går ofta under benämningen parasitoid då den tänkta värden för parasitstekeln, i detta fall rapsbaggens larver, kommer att avlida till följd av angreppet från parasitstekeln (Fogelfors 2015). Förloppet av parasiteringen sker genom att fullt utvecklade vuxna individer av parasitsteklarna anländer till fälten där oljeväxter odlas då det är där de bland annat kan finna sina värddjur. Detta sker i samband med blomningen hos oljeväxterna då det är då de har störst möjlighet att hitta rapsbaggarnas larver då dessa finns tillgängliga i blommorna. Parasitsteklarna söker då upp rapsbaggelarverna och lägger sina ägg i dessa. När rapsbaggelarverna sedan faller till marken efter några dagar för att genomgå förpuppning så genomgår den förekommande parasitoiden sitt eget larvstadium och dödar sin värd. Den förpuppas sedan i sin tur i det översta skiktet av marken. Övervintringen sker i ett vilostadium i form av fullvuxna individer i sina kokonger i de fält där oljeväxter odlats och alltså där de parasiterat på rapsbaggens larver. Utflygningen till nästa års oljeväxtfält sker sedan från de fält där oljeväxter odlats föregående år (Ulber et al. 2010). De vanligaste förekommande parasitsteklarna på rapsbaggar är *Phradis interstitialis*, *Phradis morionellus* och *Tersilochus heterocerus* (Ulber et al 2010). I Sverige har det visats att *Tersilochus heterocerus* har haft stor betydelse med en genomsnittlig angreppsnivå på cirka 20 % (Nilsson 1988).

Effekten av parasitoider kan variera kraftigt i olika länder (Ulber et al. 2010). I flera försök har effekten av parasitoider sammanställts och stöder denna slutsats. Effekten av parasitoiden *P. morionellus* har konstaterats i Finland till ett högsta värde om 49,5 % parasiterade larver år 1987 och ett lägsta värde om 7,5 % år 1988. I medeltal var den parasiterade nivån av larver omkring 30 % (Hokkanen 2006). I Sverige konstaterades som ovan angivet en angreppsnivå om cirka 20 % 1998 i skånska rapsfält (Nilsson 1988). I Tyskland har den genomsnittliga nivån av parasiterade larver i en studie uppgått till 51,9 % (Scheid et al. 2011). I Schweiz pendlade nivån av parasiterade larver mellan 0 och 54 % men dödlighetsnivån uppgick endast till omkring 2 % mellan åren 1996 och 1999. Orsaken till den låga nivån på dödligheten berodde troligtvis till viss del på att exempelvis predatorer inte skiljer på parasiterade larver vid sin födosökning vilket innebär att dödsorsaken inte kunde fastställas som följd av parasiteringen (Büchi 2002). I Frankrike uppgick i en studie nivåerna av parasitism till 40,3 % i genomsnitt år 2008 och 60,3 % år 2009 (Rusch et al. 2011). Nivåerna kan även vara så höga som 90 % på rapsbaggelarver (Hokkanen 2008).

Enligt resultaten ovan framgår det att parasitoider har möjlighet att uppnå god kontrolleffekt av populationer av rapsbaggar. För att öka den potentiella effekten av parasitoiderna kan vissa åtgärder vidtas vilka gynnar populationerna av parasitoider och förekomsten av dessa. Då parasitoiderna övervintrar i kokongen i marken gör det dem känsliga för olika typer av jordbearbetning. Plöjning av jorden orsakar den största skadan och genom denna typ av bearbetning kan andelen parasitoider som uppkommer året efter att odling av oljeväxter skett minska med över 50 % (Nilsson 2010; Fogelfors 2015). Sett ur ett större perspektiv och inte bara på nivån av ett fält så ökar även förekomsten av parasitoider i landskap med en större biologisk variation än i landskap där det endast förekommer brukad åkermark (Rusch et al. 2011; Büchi 2002; Scheid et al. 2011). Orsaken till detta kan vara att tillgängligheten av föda i form av nektar och pollen för de vuxna parasitsteklarna är större i dessa typer av landskap. Detta gör det lättare för parasitsteklarna att hitta föda vilket i sin tur genererar i mer tid att parasitera värddjur. Ett ökat energiintag ger även en bättre förmåga till parasitering (Rusch et al 2013). Att det förekommer mer platser som inte störs av jordbearbetning och insekticidbehandlingar har troligtvis också stor betydelse för parasitsteklarnas ökade effekt (Scheid et al. 2010; Rusch et al. 2011).

5.2 Bin som patogenbärare

Undersökningar har utförts för huruvida bin kan fungera som vektor för den insektspatogena svampen *Metarhizium anisopliae*. Denna patogen har visats vara skadlig för andra skadegörare på korsblommiga växter samt visat sig ha en låg påverkan på exempelvis honungsbin vilket gör dessa väl lämpade som vektorer av patogenen. I det aktuella försöket användes nio stycken insektstäta burar där dessa placerades kring oljeväxter som var naturligt drabbade av angrepp från rapsbaggar. I vardera av dessa nio burar placerades sedan bikolonier ut där tre av dessa nio

hade specialkonstruerade ingångar vilka gjorde det möjligt att applicera inokulum av *M. anisopliae* på bina. För att sammanställa ett resultat samlades 90 stycken rapsbaggar in från vardera bur och placerades i ventilerade boxar av plexiglas där de fick föda i form av blad från oljeväxter och där antalet ljustimmar justerades för att efterlikna ett naturligt mönster. Efter detta kontrollerades dödligheten av rapsbaggarna dagligen i två veckor och resultaten kunde därefter sammanställas. De slutsatser som då kunde dras var att dödligheten var högre i de burar där det placerats bin och patogen jämfört med burar där det enbart placerats bin (Butt et al. 1998). Resultatet i form av dödligheten i procent från detta försök är sammanställt i tabell 3 för såväl höst- som våroljeväxterna.

Tabell 3. Dödligheten i procent hos rapsbaggar till följd av förekomsten av endast rapsbaggar, rapsbaggar och bin samt rapsbaggar, bin och patogen för höst- respektive vårraps (Butt et. al

Datum för insamling(höstraps/vårraps)	Bur med rapsbaggar (höstraps)	Bur med rapsbaggar och bin (höstraps)	Bur med rapsbaggar och bin samt patogen (höst-raps)	Bur med rapsbaggar (vårraps)	Bur med rapsbaggar och bin (vårraps)	Bur med rapsbaggar och bin samt patogen (vårraps)
1.5.97/24.6.97	7 %	10 %	61 %	23 %	23 %	99 %
7.5.97/1.7.97	7 %	0 %	60 %	10 %	8 %	69 %
12.5.97/8.7.97	0 %	3 %	23 %	8 %	3 %	27 %
15.5.97/15.7.97 (1998)	3 %	5 %	45 %	7 %	8 %	60 %

Utifrån det ovan angivna resultatet kan slutsatsen dras att honungsbin har potential att fungera som bärare av *M. anisopliae* och därmed ge möjlighet till en biologisk kontroll av rapsbaggarna enligt Butt et al. (1998). Butt et al. (1998) föreslår även att denna kunskap kan kombineras med användningen av en fångstgröda kring rapsfälten där fångstgrödan bör vara tidigt blommande för att optimera effekten.

5.3 Fångstgröda

Som nämnts i avsnittet angående bin som patogenbärare menade Butt et al. (1998) att en kombination av denna kontrollmetod och en fångstgröda kan vara fördelaktigt som biologisk kontrollmöjlighet av rapsbaggar. En fångstgröda är en gröda vilken används för att locka till sig skadegörare eller hindra aktuella skadegörare från att nå huvudgrödan vilken önskas skyddas.

Effekten av att ha fångstgrödor kring en huvudgröda har testats i försök (Frearson et al 2005). I detta fall undersöktes effekten av att enbart ha en fångstgröda som skulle vara i ett senare utvecklingsstadium än huvudgrödan för att locka till sig skadegöraren. För att genomföra detta skapades två försöksrutor där vardera var 100 m² stor. I dessa rutor placerades 100 plantor raps (*Brassica napus*). Den ena rutan fungerade som kontroll där alla plantor var i samma utvecklingsstadium och den andra försöksrutan hade olika utvecklingsstadium hos plantorna. I den senare var alla kanter i försöksrutan omgivna av plantor som befann sig i ett senare utvecklingsstadium och alltså fungerade som fångstgröda. Resultaten från dessa försök kunde sammanställas till att det under båda de år då försöken genomfördes var en signifikant större andel baggar av populationerna i de yttre delarna av försöken där fångstgrödor fanns jämfört med kontrollrutorna där alla plantor befann sig i samma utvecklingsstadium. Fördelningen av rapsbaggarna kunde ses vara högre i de yttre delarna av försöket i cirka sju dagar. Ifall likvärdiga resultat går att få på en verklig gröda skulle det innebära att till exempel en kemisk bekämpning kan sättas in i fångstgrödan innan rapsbaggarna hinner förflytta sig till huvudgrödan och orsaka skada där. I huvudsak är det då honorna som är målet för bekämpningen så dessa inte hinner ta sig till huvudgrödan och orsaka skada genom äggläggningen. Då det i studien kunde ses att förekomsten av rapsbaggarna ökade längre in mot huvudgrödan ju längre tiden gick kan slutsatsen dras att detta beror på att fångstgrödan slutar vara attraktiv för dessa och istället ersätts av fångstgrödan. Detta innebär att en optimal fångstgröda bör ha en utdragen blomning så att förekomsten av såväl blommor som knoppar är god vilket medför att rapsbaggarna trivs. En optimal fångstgröda för rapsbaggar bör också vara i ett tidigt blomstadium i samband med att huvudgrödan är i sitt mest känsliga stadium, knoppstadiet (Frearson et al 2005). Dessa slutsatser får vidare stöd i ett annat försök där jämförelser skett huruvida rapsbaggarna väljer att angripa blommande raps kontra rybs i knoppstadiet och vice versa. I denna studie kunde det fastställas att rapsbaggen föredrog plantor som blommade framför de som var i knoppstadiet (Cook et al, 2007) vilket stödjer slutsatsen som drogs även i det tidigare beskrivna försöket.

5.4 Kemisk bekämpning

I Europa varierar antalet kemiska behandlingar mot rapsbaggar mellan noll och fem behandlingar i höstraps och en till fem behandlingar i vårraps. För Sverige är antalet behandlingar en eller ingen i höstoljeväxter och en till tre i våroljeväxter (Richardson 2008). Enligt jordbruksverkets rekommendationer bör bekämpningsinsatser avvaktas med tills aktuella tröskelvärden verkligen har uppnåtts för att undvika risken för resistensutveckling så mycket som möjligt. De rekommendationer som finns för tidpunkt och preparat är att bekämpa före blomning vid uppnådda tröskelvärden. Ju senare behandlingen sätts in desto mindre effektiv blir den. Framförallt på grund av att ju längre plantorna kommit i sin utveckling desto mindre skadas de av baggarna varpå en reglering av dessa blir mindre nödvändig. Bekämpningen kan även orsaka mer skada mot olika nyttodjur än mot själva bag-

garna. En omväxling bör ske av preparaten som tillämpas för att uppnå maximal effektivitet där de inledande bekämpningarna sker med Avaunt, Plenum eller Mavrik. För de senare bekämpningarna rekommenderas Biscaya, Mospilan eller Plenum om det inte använts tidigare (Jordbruksverket 2014). Dosrekommendationerna, aktiva substanser och kemikalieklasserna för de preparat som jordbruksverket rekommenderar i Sverige kan ses i tabell 4.

Tabell 4. Förteckning över rekommenderade preparat och doser samt aktiv substans och kem-klass för respektive preparat enligt jordbruksverkets rekommendationer (Jordbruksverket 2014)

Preparat	Aktiv substans	Rekommenderad dos	Kem-klass
Avaunt	Indoxakarb	0,17 l/ha	Indoxacarb
Plenum	Pymetrozin	0,15kg/ha	Pymetrozin
Mavrik	Tau-fluvalinat	0,2-0,25 l/ha	Pyretroid
Biscaya	Tiaklopid	0,3 l/ha	Neonicotinoid
Mospilan	Acetamiprid	0,15 kg/ha	Neonicotinoid

Vaitelyte (2011) har undersökt effektiviteten av olika insekticider mot bland annat rapsbaggar i höstraps. I denna studie testades åtta olika preparat från pyretroid-grupperna ett och två. Skillnaden mellan dessa grupper är baserad på vilket sätt de påverkar nervsystemet och på vilka symptom som uppstår. Studien pågick mellan år 2007 och 2009 och under denna tid kunde det konstateras att förekomsten av rapsbaggar var hög med 22 individer per 10 plantor och då främst år 2007. År 2008 och 2009 var förekomsten något lägre. I försöket applicerades insekticiderna i perioden mellan DC 52 och DC 57. Efter behandlingen så utfördes en sammanställning för effektiviteten av behandlingen en respektive fyra och sju dagar efter appliceringen av insekticiden. 2007 var preparaten från alla olika typer av grupper effektiva och hade en effektivitet mellan 92,4 % och 99,1 % jämfört med kontrollerna. År 2008 var effektiviteten hos behandlingarna något sämre och med ett mer utspritt resultat med en effektivitet mellan 6,2 % och 92,9% jämfört med kontrollen. År 2009 fanns det en spridning mellan 30 % och 100 % effektivitet jämfört med kontrollen för de olika preparaten. Utifrån en närmare granskning av respektive preparats och grupps effektivitet kunde slutsatsen dras att insekticider från pyretroidgrupp 2 var effektivare än de från grupp 1. I andra studier har effektiviteten hos pyretroider konstaterats till mellan 86 % och 100 % en dag efter bekämpning samt 77 % efter fyra dagar och 67 % efter sju dagar vilket visar på en sjunkande effekt (Petraitiene et al. 2008).

Fler dokumenterade effekter av bekämpningsmedel kan tolkas i de fall där resistens påvisats då en hög nivå av resistens tyder på låg effekt av bekämpningen. Detta tas dock mer upp i avsnittet kring insekticidresistens

5.5 Genmodifiering

För att minska behovet av den kemiska bekämpningen i oljeväxtodling mot rapsbaggar skulle förändringar i plantornas genetiska material kunna vara en potentiell åtgärd. Dessa plantor skulle då ha en form av inbyggd försvarsmekanism (Melander et al. 2003). Det har bland annat testats hur effektiv denna typ av försvar mot angrepp skulle kunna vara i en framtid där genmodifierade grödor är mer accepterade. Bland annat så har det konstaterats att när rapsbaggar matats med ståndarknappar som doppats i lösningar med olika koncentrationer av lektin så förekommer en lägre överlevnadsgrad bland dessa baggar jämfört med de som

varit kontroll. Lektinhaltiga ståndarknappar har även visats påverka vikten hos rapsbaggelarverna till att bli lägre än vanligt (Melander et al. 2003). Det kan dock medföra vissa försämringar av oljeväxterna ifall sorter innehållandes lektin skulle tas fram för kommersiell användning. Lektinhaltiga plantor har visats ha lägre frövik och en lägre skörd jämfört med plantor som inte innehållit något lektin. Detta kan vara följden av att plantor som innehållit lektin har haft en lägre befruktning genom självpollinering samt kan ha haft en negativ påverkan på humlor vilka då reducerats i sin pollinering av oljeväxterna (Åhman et al. 2009). Det har även visats på sämre effekter av plantor innehållandes lektin mot rapsbaggar när försök utförts under fältförhållanden. I dessa fall innehöll ståndarknapparna omkring 0,7% lektin av totala mängden lösligt protein vilket skulle kunna leda till en minskning av tillväxten hos rapsbaggelarver med 13-24 % enligt vad som visats tidigare. I dessa fältförsök kunde dock ingen effekt ses hos vare sig rapsbaggarnas födointag eller vikt vilket tyder på att plantor med lektin inte skulle ha någon effekt gentemot rapsbaggarna (Lehrman et al. 2007).

6 Insekticidresistens

Med den kemiska bekämpning som sker mot rapsbaggar har det under de senaste åren framkommit problematik med resistent populationer av rapsbaggar. I till exempel Sverige har det sedan 80-talet mer eller mindre enbart varit pyretroider som använts för bekämpning (Nauen et al. 2012). Risken för resistensutveckling är därför väldigt viktig att ha i åtanke innan bekämpning sätts in och även extra noggrannhet i val av lämpligt preparat för behandling är viktigt.

Resistens mot insekticider hos insekter uppstår vanligtvis genom två olika typer av fysiologiska mekanismer; metabolisk resistens och platsspecifik resistens (även känt som target-site resistens). Metabolisk resistens innebär att insekterna kan avgifta snabbare än insekter som är mottagliga och är den vanligaste typen av resistens. Det som sker är i stort sett att insekten i fråga producerar enzymer som klarar av att bryta ned insekticiden så de kan utsöndra de giftiga ämnena vilket gör behandlingen overksam. Den platsspecifika resistensen innebär att det sker en förändring i de receptorer till vilka den aktiva substansen ska binda in till. Detta påverkar effekten av preparatet då det kan bli overksam eftersom det inte kan binda in och skada insekten. Resistensmekanismer uppstår således ur genetiska förändringar hos insekten (Insecticide Resistance Action Committee).

Ett problem som bidrar till att det finns en relativt stor risk för resistensutveckling vid användning av insekticider är att det finns väldigt få verkningsmekanismer hos insekticiderna. Det är framförallt två typer av verkningsmekanismer vilka förekommer väldigt ofta. Den ena är en störning som sker i natriumkanalerna i nerverna hos insekterna vilket leder till att det sker en typ av överretning eller överstimulering av insektens nervsystem. Den andra är en blockering av en effekt för ett specifikt enzym vilket innebär att enzymet acetylkolin ansamlas i synapsbassängen hos insekten vilket i sin tur leder till att cellerna utsätts för en upprepad retning vilket i slutändan kan leda till att det sker en kollaps av insektens nervsystem (Ek-bom et al. 2001).

Vid en studie som pågick från år 2006 till och med år 2010 undersökte Nauen et al. (2012) hur förekomsten av resistensen mot pyretroider förekom i stora delar av Europa. Det som främst undersöktes var den eventuella förekomsten av en möjlig platsspecifik resistens i form av en genmutation känd som L1014F eller kdr

(knock down resistens). Denna typ av resistens har tidigare iakttagits hos flertalet andra skadegörare. I undersökningen samlades det in fler än 350 populationer av rapsbaggar från tretton olika europeiska länder. I resultatet från denna studie kunde den sökta kdr-mutationen endast återfinnas i provtagningar från två av de tretton länderna; Sverige och Danmark. Varför utvecklingen av kdr-mutationen koncentrerats till dessa två länder och i Sveriges fall i övervägande grad till södra delen av landet är oklart. Något som kan ha bidragit är det faktum att det i såväl Sverige som Danmark förekommer relativt låga ekonomiska skadetrösklar vilket leder till att bekämpning i vissa fall kan ske då förekomsten av rapsbaggar är en bagge per varannan oljeväxtplanta. Detta kombinerat med att det sedan år 1985 till störst del och i vissa fall enbart har varit pyretroider som använts för bekämpningen av rapsbaggar kan ha inneburit fler behandlingar med ett ökat selektionstryck vilket gynnat utvecklingen av resistens hos populationerna.

I en enkätundersökning år 2008 angav 12 av 20 länder att resistens mot pyretroider förekom samt i vissa fall även resistens mot lambda cyhalothrin och deltamethrin (Richardson 2008). Den allmänna förekomsten av resistens mot pyretroider i Europa åskådliggjordes mellan år 2007 och år 2009 då populationer av rapsbaggar samlades in från 21 länder i Europa. Av dessa förekom resistens mot pyretroider i 20 av fallen. I Sverige uppgick nivån av resistens till 100 % under två av tre år och i Danmark samt Belgien uppgick den till 100 % alla tre år. Flera andra länder visade även de på höga nivåer av resistens (Slater et al. 2010). I Finland har nivån av resistensutveckling konstaterats upp till 60 % vilket antyder att det där inte förekommer en fullkomligt resistent population av rapsbaggar men att en ökad problematik kan vara nära (Tiilikainen & Hokkanen 2008).

7 Datasammanställning

Utöver den litteratursammanställning som gjorts var jag även intresserad av att göra någon form av datasammanställning från försöksdata. Efter kontakt med Torbjörn Leuchovius lyckades jag få tag i data med hjälp av Lennart Pålsson på Hushållningssällskapet i Skåne. Det jag var intresserad av att undersöka var huruvida det finns ett samband mellan antalet rapsbaggas per planta och storleken på skörden samt att se hur skörden skiljer sig åt mellan bekämpade och obekämpade led. Enligt stor del av litteraturen är rapsbaggen en skadegörare som orsakar stora skördeförluster om ingen bekämpning sker. Därför borde det kunna ses ett samband där ett högre antal rapsbaggas svarar mot en lägre skörd och vice versa. Det borde även gå att se att skördenivåerna i obekämpade led är lägre än i bekämpade led om denna hypotes stämmer.

7.1 Metod

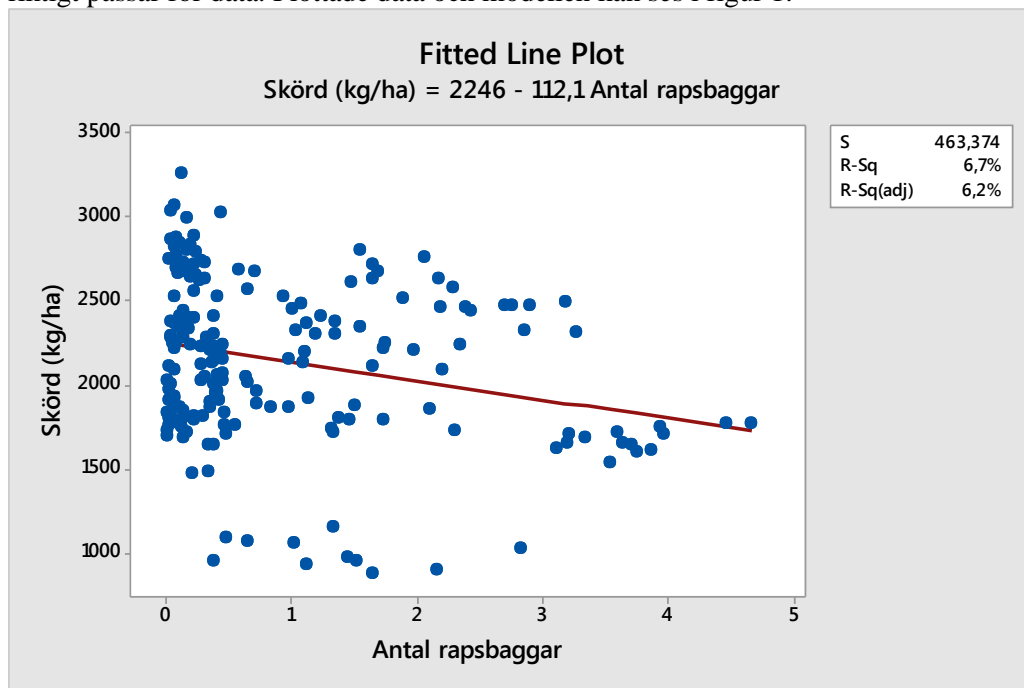
De försöksdata som har använts är en sammanställning av 19 skadedjursförsök som genomförts mellan år 2001 och 2012. Försöken har varit belägna på olika platser i Sverige och det har i de olika leden utförts olika typer av kemisk bekämpning. I respektive led har det även gjorts avräkningar av antalet rapsbaggas före och efter bekämpningar. I vissa fall har den första avräkningen gjorts strax efter första behandlingen. I denna sammanställning har inget fokus lagts på vilka preparat som använts eller vilken effekt respektive preparat haft på rapsbaggarna. I sammanställningen har värden för skörden i respektive led ställts mot antalet rapsbaggas vid den sista avräkningen. Data har plottats i programmet Minitab och en regressionsanalys har använts för att undersöka sambandet mellan antal rapsbaggas och skörd och en boxplot för att jämföra skördarna mellan bekämpade och obekämpade led. Vid sammanställningen till boxploten har de bekämpade led som genererat störst skörd plockats ut för att minska påverkan av sådana led som kan ha fått låg skörd av andra faktorer än huruvida bekämpningen haft effekt eller ej.

7.2 Resultat

Vid plottning av data erhålls följande resultat. Ett samband mellan skörden och antalet rapsbaggas kan ställas upp enligt följande formel:

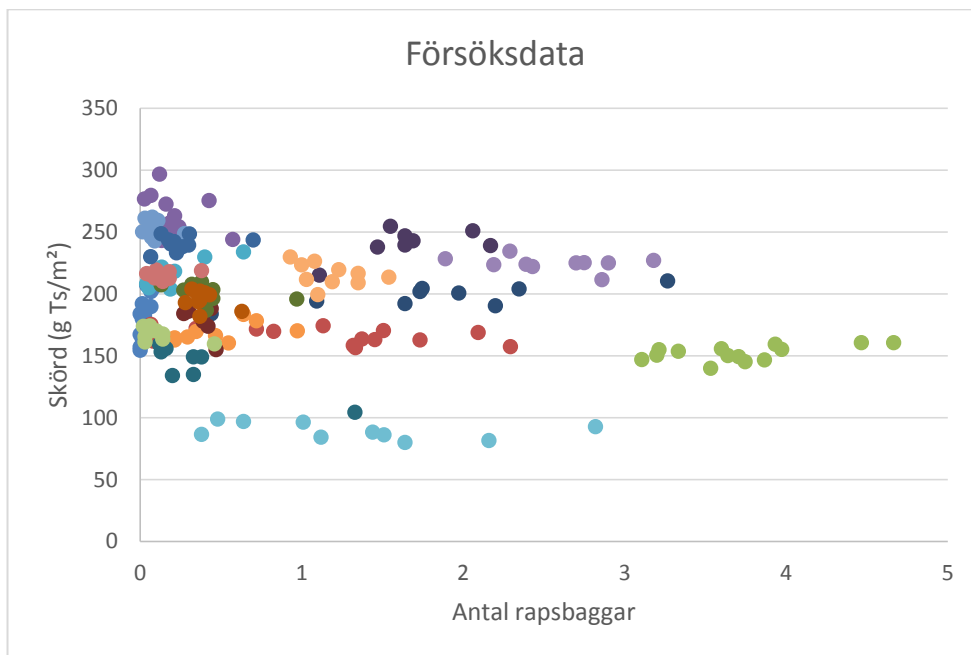
$$\text{Skörd} = 2246 - 112,1 * \text{Antal rapsbaggas}$$

Denna modell har ett lågt värde för R^2 på 6,7% vilket tyder på att modellen inte riktigt passar för data. Plottade data och modellen kan ses i figur 1.



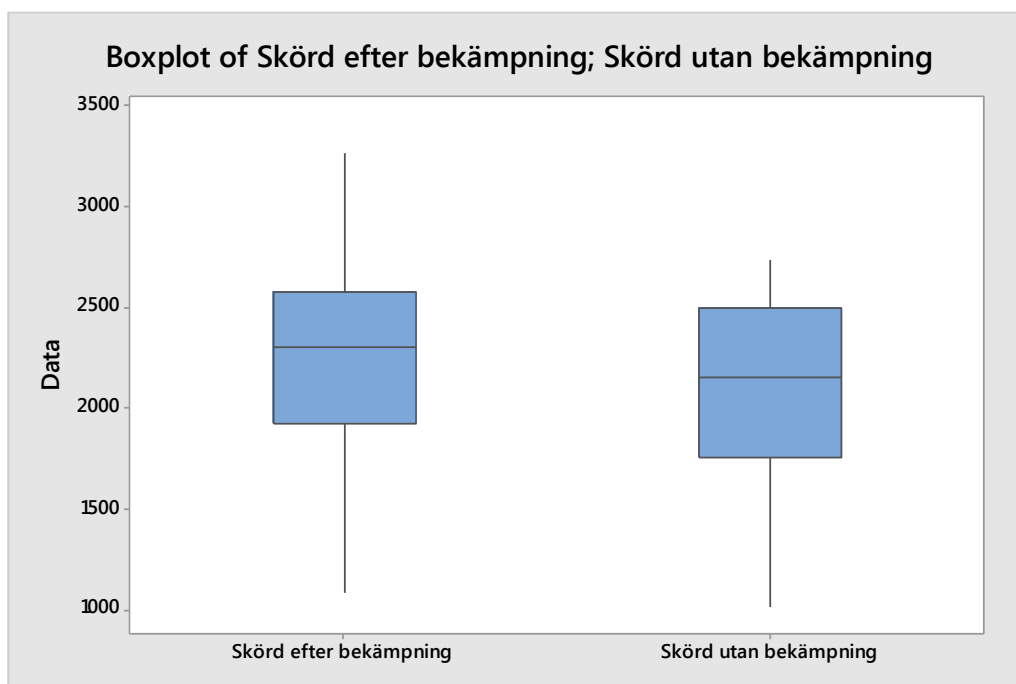
Figur 1. Scatterplot och regressionslinje över skörd och antal rapsbaggas.

I figur 2 visas samma data som i figur 1 men respektive försök är illustrerat med en separat färg för att åskådliggöra hur variationen ser ut mellan försöken.



Figur 1. De olika försöken inlagda med separata färger för att tydliggöra variationen mellan försöken.

För att undersöka skillnaden mellan skördenivåerna har jag gjort en boxplot vilken kan ses i figur 3.



Figur 2. Boxplot över skördenivåer i led där bekämpning antingen skett eller ej.

Skörden efter bekämpningen har ett maxvärde på 3 261,04 kg/ha och ett minvärde på 1 085,52 kg/ha. Medianen hamnar på 2 304,72 kg/ha. $Q1=1\,926,76$ kg/ha och $Q3=2\,576,84$ kg/ha.

Skörden utan bekämpning har ett maxvärde på 2 732,92 kg/ha och ett minvärde på 1 017,91 kg/ha. Medianen hamnar på 2 151,84 kg/ha. $Q1=1\,753,47$ kg/ha och $Q3=2\,494,79$ kg/ha.

7.3 Diskussion kring sammanställningen

Som kan ses från resultaten i figur 1 och 3 finns ett svagt samband mellan antalet rapsbaggar och skördenivå. Huruvida detta verkligen stämmer är dock tveksamt; i figur 2 syns att sambandet snarare tycks beror på skillnader mellan de olika försöken än på själva antalet rapsbaggar. Skulle man exempelvis ta bort det grönmarkerade försöket med flest rapsbaggar i figur 2 skulle det leda till att hela modellen skulle förändras markant och till och med kunna påvisa ökade skördenivåer med fler rapsbaggar. Även det låga R^2 -värdet tyder på att själva modellen inte är särskilt väl anpassad till data. Detta beror troligen på att de olika försöken skiljer sig åt i skördenivåer till följd av andra faktorer än antalet rapsbaggar. Det kan vara saker som olika försöksplatser, jordarter, näringsförhållanden eller väder med mera som bidragit till skillnaderna.

De slutsatser som kan dras ur detta är att det inte verkar finnas något statistiskt säkerställt samband mellan skördenivå och antalet rapsbaggar. För att kunna göra en säkrare analys av ett möjligt sådant samband skulle upplägget behöva förändras. Som nämnts tidigare är sambandet mer beroende av skillnader mellan de olika försöken än av antalet rapsbaggar. Att genomföra mer storskaliga försök för detta ändamål kan vara aktuellt för att till exempel genomföra de typer av restaureringar av bekämpningströsklar som beskrivs i litteraturöversikten. Att mer exakt kunna påvisa om rapsbaggarna har någon påverkan på skörden och hur stor denna påverkan faktiskt är skulle vara till stor nytta vid utformandet av bekämpningströsklar och egentligen skulle det inte vara möjligt att utforma nya bekämpningströsklar utan att känna till detta.

Resultatet från jämförelsen av skördenivåerna mellan bekämpade och obekämpade led som vi kan se i figur 3 visar att i de led där bekämpning skett har en högre skörd erhållits jämfört med de led där ingen bekämpning skett. Sett till medianvärdena fås en merskörd om cirka 150 kilogram per hektar då bekämpning skett. Förutsatt att denna skördeökning skulle bero på ett lägre antal rapsbaggar i de bekämpade leden är frågan huruvida denna merskörd är tillräckligt stor för att vara lönsam. Att denna skördeökning skall bero på ett lägre antal rapsbaggar går dock emot de slutsatser som kunde dras från figur 1. I detta tidigare resultat visades att inget samband fanns mellan antalet rapsbaggar och skörden. Syftet med den bekämpning som skett har förmodligen varit att minska antalet rapsbaggar. Därav borde de led som har bekämpats ha en lägre förekomst av rapsbaggar vilket ej följts upp i denna sammanställning. Huruvida detta stämmer eller ej ska dock en-

ligt figur 1 ej påverka skörden då inget samband verkar finnas mellan antalet rapsbaggare och den erhållna skörden. Detta skulle då innebära att skördeökningen som kan ses i figur 3 kan bero på andra faktorer såsom markförhållanden, väder och odlingsåtgärder. Det skulle för en sammanställning som denna vara intressant att genomföra försök i större skala där större arealer används och lämnas obehandlade och där utomstående faktorer mellan försöken till större del kan uteslutas. Även detta skulle vara viktigt för att se över behovet av nya bekämpningströsklar mot rapsbaggen och hur dessa bör utformas

8 Diskussion

Odling av oljeväxter är väldigt viktig i hela Europa och inte minst i Sverige. Grödan spelar en stor roll i växtföljden med god ekonomisk bärighet. Den lämpar sig även väldigt väl som avbrottsgröda och bidrar med goda förfruktseffekter till nästkommande gröda. Rapsbaggen anses vara en av de ekonomiskt mest betydelsefulla skadegörarna i odling av oljeväxter. Angrepp kan enligt bland annat Hansen (2003) och Nilsson (1987) orsaka stora skördeförluster och innebära försämring av grödan och således en försämring för lantbrukarens ekonomiska resultat. Den allmänna uppfattningen som verkar råda i de flesta fall är även den att rapsbaggen är en svår skadegörare och att den måste bekämpas för att inte alltför stora skördeförluster ska uppstå. Trots detta har jag haft svårt att hitta källor som visar på skördeförlusternas variationer och i de fall det funnits är det ofta som det enbart visas på maxförluster som funnits i de aktuella försöken. I dagsläget är kontrollen av rapsbaggen till stor del baserad på användningen av insekticider och i de flesta länder då med pyretroider (Richardson 2008). Att bekämpningen mer eller mindre enbart sker med dessa typer av preparat och med en liten variation i verkningssätt och aktiva substanser har med stor sannolikhet bidragit till att det under de senaste 15 åren har börjat utvecklas en resistens mot insekticiderna hos rapsbaggepopulationerna. Detta i sin tur medför att den kemiska bekämpningen som genomförs får en allt sämre effekt. Fortsätter denna utveckling kan vi snart befinna oss i en framtid där det finns väldigt få om ens några typer av kemiska preparat som har effekt gentemot rapsbagarna.

En faktor som påverkar problematiken något extra i bland annat Sverige är hur odlingen ser ut på en regional nivå. Om det till exempel odlas både höst- och våroljeväxter så innebär detta att rapsbagarna får en förlängd ägglägningsperiod på grund av att blomningstiden skiljer sig åt mellan de båda formerna av oljeväxter. Detta kan medföra ytterligare beroende av den kemiska bekämpningen och öka problematiken med såväl rapsbagarnas skada med större populationer och en ökad risk för utveckling av insekticidresistens. Får vi dessutom ett varmare klimat kan odlingen av oljeväxter öka längre upp i landet och inte främst vara fokuserad till de södra delarna. Detta i sin tur kan leda till ökade arealer av såväl höst- som våroljeväxter och således medföra mer gynnsamma förutsättningar för rapsbagarna. Får vi dessutom ett varmare klimat kan det innebära att rapsbagarna får möjligheten att bli aktiva tidigare på våren och de kan då hinna orsaka mer skador.

Med avseende på den rådande situationen kring insekticidresistens och hur framtiden kan komma att se ut kan slutsatsen dras att den nuvarande i huvudsak kemiska bekämpningen mot rapsbaggar inte är långsiktigt hållbar. Trots detta är det förmodligen svårt att klara sig helt och hållet utan den kemiska bekämpningen.

För att veta när det finns ett behov av bekämpning finns det tröskelvärden i de flesta länder enligt Richardson (2008). I Sverige finns det tröskelvärden för såväl höst- som våroljeväxter där störst fokus ligger på våroljeväxter då problematiken oftast inte är stor i höstoljeväxter. Enligt muntlig kontakt med jordbruksverket är dessa tröskelvärden baserade på försök gjorda av Christer Nilsson och något som jag sökt ta reda på är hur aktuella dessa tröskelvärden egentligen är och mer exakt vad de baseras på. Dessvärre har jag inte lyckats få fram detta och det har i allmänhet varit svårt att hitta aktuella källor på vad tröskelvärden baseras på och även som tidigare nämnts på hur det ser ut med skördeförlusterna vid angrepp från rapsbaggar. Enligt undersökningen som gjorts av Richardson (2008) är tröskelvärdena i Europa baserade på försök från 1960-talet och framåt vilket tyder på att många tröskelvärden börjar bli väldigt gamla. Något som även kan beaktas är att dessa tröskelvärden till stor del kan vara konstruerade innan problematiken med insekticidresistenta baggar uppkom på allvar. Ytterligare en sak som är väldigt intressant är hur tröskelvärdena varierar mellan länder. Tröskelvärdena i Europa varierar för våroljeväxter kraftigt och det förekommer värden på allt från 0,5 baggar per planta upp till 25 baggar per planta. Vissa variationer finns självfallet beroende på olika kostnader för bekämpning och skillnader i klimat mellan olika länder. Till viss del anser jag dock att variationerna i bekämpningströsklar och den allmänna inställningen gentemot problematiken med rapsbaggar i vissa fall skiljer sig lite väl mycket åt. Som tidigare nämnts menar till exempel HGCA att oljeväxterna till stor del kan kompensera för den skada som rapsbaggar orsakar medan andra författare menar på att om angrepp får ske ohämmat kan totala skördeförlusterna uppstå. Detta resulterar i att de tröskelvärden som till exempel HGCA kommit fram till är avsevärt mycket högre än de övriga tröskelvärden som jag funnit. För att handskas med problematiken med rapsbaggar i framtiden är det enligt mig väldigt aktuellt med samarbeten mellan länder för att komma fram till rimliga bekämpningströsklar. Ett utbyte av erfarenheter och diskussioner tror jag skulle kunna leda till mer aktuella tröskelvärden och större chans för hållbar bekämpning i framtiden.

För att vidare åstadkomma en hållbar bekämpning av rapsbaggar i framtiden tror jag väldigt mycket på de alternativa bekämpningsmetoder som finns och nyttjandet av dessa. Enligt flera källor har exempelvis parasitoider haft en god effekt av att minska populationsstorlekarna hos rapsbaggar (Hokkanen 2006; Scheid et al. 2011; Rusch et al. 2011; Hokkanen 2008). Enligt mig är det en väl motiverad åtgärd att då sträva efter att göra förhållandena så gynnsamma som möjligt för parasitoiderna. Ett exempel på en odlingsåtgärd som kan vara aktuell är att utföra en reducerad bearbetning av marken där oljeväxter har odlats om ens någon bearbetning alls för att överlevnaden hos parasitoiderna ska öka. Ytterligare en odlingsåtgärd som kan gynna parasitoiderna än mer är att ha födosökningsplatser såsom obearbetade ängsmarker i närheten av oljeväxtodlingar, till exempel kantzoner.

Dessa typer av ytor kan även vara aktuella för lantbrukare i Sverige ur flera perspektiv som ekologisk fokusareal. Jag anser att en ökad spridning av kunskap om parasitoiders och andra biologiska bekämpningsmetoder och odlingsåtgärders potential kan leda till ett mindre beroende av kemisk bekämpning i framtiden. Att vidare tillämpa andra typer av alternativa bekämpningsmetoder såsom de patogena svampar som beskrivits tidigare och att använda sig av fångstgrödor är enligt mig högst aktuella åtgärder för att ha en hållbar odling av oljeväxter nu och i framtiden.

Åtgärder för att minska populationerna av rapsbaggar skulle även kunna ske på regional nivå ifall angreppen är tillräckligt svåra. Ett exempel på en åtgärd kan vara att justera hur gröddfördelningen ser ut i ett större odlingsområde. Då det innebär mer gynnsamma förutsättningar för rapsbaggarna då vår- och höstoljeväxter odlas i samma område kan det vara aktuellt att göra justeringar genom att rikta odlingen mer åt den ena eller andra formen vissa år genom regleringar. Detta kan ses som en relativt svår insats men kan med avseende på till exempel den ökande resistensproblematiken vara aktuellt i framtiden. Vidare anser jag det vara högst aktuellt med fortsatt forskning på åtgärder såsom att genmodifiera oljeväxterna för att bli mindre mottagliga eller helt resistenta mot rapsbaggarna. I en potentiell framtid där genmodifierade grödor kan komma att tillåtas i Sverige ser jag detta som en högst rimlig åtgärd att vidta. Jag anser att det trots att efter vad jag funnit inte gjorts några anmärkningsvärda framsteg ännu är väldigt viktigt att fortsätta med forskningen inom detta område och söka nya vägar för att vara förberedda på en framtid där det kan vara aktuellt med dessa typer av grödor för produktion.

Slutsatserna jag dragit av detta arbete är att det finns mycket och omfattande litteratur inom området rapsbaggar. Mycket forskning bedrivs om såväl dess biologi som om hur den kan bekämpas. De flesta är enligt mig överens om att rapsbaggen är en av de mest betydelsefulla skadegörarna inom odling av oljeväxter. Det förekommer dock meningsskiljaktigheter i hur stor betydelse den har. Dess biologi är väldigt väl kartlagd och vi känner till det mesta från hur de övervintrar och hur de finner sina värdväxter. Att vi vet så pass mycket om rapsbaggen underlättar för vår bekämpning av skadegöraren då vi kan anpassa våra bekämpningsstrategier på bästa sätt utifrån dess biologi. Att optimera effekten av all bekämpning kommer enligt mig bli än viktigare i framtiden då den rådande resistenssituationen är minst sagt problematisk. Min åsikt är att det viktigaste är att inte sluta bedriva forskning kring rapsbaggen utan att sträva efter att lära oss mer och finna fler alternativa vägar till kontroll och fortsätta utveckla de bekämpningsmetoder som redan finns.

Referenslista

- Blight, M.M. & Smart, L.E. (1999). Influence of visual cues and isothiocyanate lures on capture of the pollen beetle, *Meligethes aeneus* in field traps. *Journal of chemical ecology*. Vol. 25, No 7, s.1501-1516.
- Butt, T.M., Carreck, N.L., Ibrahim, L., Williams, I.H. (1998). Honey-bee mediated Infection of Pollen Beetle (*Meligethes aeneus* Fab.) by the Insect-pathogenic Fungus, *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology*. Vol. 8, Issue 4. s.533-538.
- Büchi, R. (2002). Mortality of pollen beetle (*Meligethes* spp.) larvae due to predators and parasitoids in rape fields and the effect of conservation strips. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 90, s.255-263.
- Cook, S.M., Bartlett, E., Murray, D.A., Williams, I.H. (2002). The role of pollen odour in the attraction of pollen beetles to oilseed rape flowers. *Entomologia Experimentalis et Applicata* Vol. 104, s.43-50.
- Cook, S.M., Rasmussen, H.B., Birkett, M.A., Murray, D.A., Pye, B.J., Watts, N.P., Williams, I.H. (2007). Behavioural and chemical ecology underlying the success of turnip rape (*Brassica rapa*) trap crops in protecting oilseed rape (*Brassica napus*) from the pollen beetle (*Meliethes aeneus*). *Arthropod-Plant Interactions*. Vol. 1, Issue 1, s.57-67.
- Douwes, P., Hall, R., Hansson, C., Sandhall, Å. (2004.) *Insekter, En fälthandbok*. Andra upplagan. Stockholm: Stenström Interpublishing AB.
- Djurberg, A., Gustavsson, G., Hedene, K-A., Jahr, K., Waern, P. (2011). *Sjukdomar och skadeinsekter i stråsäd, oljeväxter och ärtor*. Fjärde upplagan. Horbelev. Förlaget Naesgaard.
- Döring, T.F., Skellern, M., Watts, N., Cook, S. (2012). Colour choice behaviour in the pollen beetle *Meligethes aeneus* (Coleoptera: Nitidulidae). *Physiological Entomology*. Vol. 37, Issue 4, s.360-368.
- Ekbom, B., Borg, A. (1996). Pollen beetle (*Meligethes aeneus*) oviposition and feeding preferences on different host plant species. *Entomologia Experimentalis et Applicata* Vol. 78, s.291-299.
- Ekbom, B., Kuusk, A-K. (2001). Rapsbaggar och resistens mot pyretroider. *Växtskyddsnotiser* 65:3-4, s.39-42.
- Ekbom, B. & Popov, S.Y.A. (2004). Host plant affects pollen beetle (*Meligethes aeneus*) egg size. *Physiological Entomology*. Vol. 29, s.118-122.
- Ellis, S. & Berry, P. (2012). Re-evaluating thresholds for pollen beetle in oilseed rape [Elektronisk]. North Yorkshire. HGCA. Project Report No.495 Tillgänglig: <http://www.hgca.com/media/200518/pr495.pdf> (2015-04-11).
- Fogelfors, H. (2015). *Vår mat. Odling av åker- och trädgårdsgrödor*. Upplaga 1:1. Lund. Studentlitteratur AB.

- Frearson, J.T., Ferguson, A.W., Campbell, J.M., Williams, I.H. (2005). The spatial dynamics of pollen beetles in relation to inflorescence growth stage of oilseed rape: implications for trap crop strategies. *Entomologia Experimentalis et Applicata* Vol. 116, Issue 1, s.21-29.
- Hansen L.M. (2003). A model for determination of the numbers of pollen beetles (*Meligethes aeneus* F.) (Col., Nitidulidae) per plant in oil-seed rape crops (*Brassica napus* L.) by estimating the percentage of plants attacked by pollen beetles. *Journal of Applied Entomology*. Vol. 127, Issue 3, s.163-166.
- Hansen L.M. (2004). Economic damage threshold model for pollen beetles (*Meligethes aeneus* F.) in spring oilseed rape (*Brassica napus* L.) crops. *Crop protection*. Vol. 23, Issue 1, s.43-46.
- Hokkanen, H.M.T. (2006). *Phradis morionellus* on *Meligethes aeneus*: Long term patterns of parasitism and impact on pollen beetle populations in Finland. *IOBC/WPRS Bulletin* Vol. 29, s.187-191.
- Hokkanen, H.M.T. (2008). Biological control methods of pest insects in oilseed rape. *OEPP/EPPO Bulletin*. Vol. 38, s.104-109.
- Hopkins, R.J. & Ekbom, B. (1996). Low oviposition stimuli reduce egg production in the pollen beetle *Meligethes aeneus*. *Physiological Entomology*. Vol. 21, s.118-122.
- Insecticide Resistance Action Committee (2012-06-07). Resistance mechanisms. <http://www.irac-online.org/about/resistance/mechanisms/> [2015-04-29]
- Jordbruksverket. (2014). Bekämpningsrekommendationer- Svampar och Insekter 2014. Jönköping [Broschyr].
- Kazachkova, N., Meijer, J., Ekbom, B. (2007). Genetic diversity in pollen beetles (*Meligethes aeneus*) in Sweden: role of spatial, temporal and insecticide resistance factors. *Agricultural and Forest Entomology*. Vol. 9, Issue 4, s.259-269.
- Lehrman, A., Åhman, I., Ekbom, B. (2007). Influence of pea lectin expressed transgenically in oilseed rape (*Brassica napus*) on adult pollen beetle (*Meligethes aeneus*). *Journal of Applied Entomology*. Vol. 131, Issue 5, s.319-325.
- Marczali, Z., Nádasy, M. (2006). Wintering characteristic of the *Meligethes* species in Hungary. *Journal of Central European Agriculture*. Vol. 7, No. 2, s.283-288.
- Melander, M., Åhman, I., Kamnert, I., Strömdahl, A-C. (2003). Pea lectin expressed transgenically in oilseed rape reduces growth rate of pollen beetle larvae. *Transgenic Research*. Vol. 12, Issue 5, s.555-567.
- Nauen, R., Zimmer, C.T., Andrews, M., Slater, R., Bass, C., Ekbom, B., Gustafsson, G., Hansen, L.M., Kristensen, M., Zebitz, C.P.W., Williamson, M.S. (2012). Target-site resistance to pyrethroids in European populations of pollen beetle, *Meligethes aeneus* F. *Pesticide Biochemistry and Physiology* Vol. 103, s.173-180.
- Nilsson, C. (1987). Yield losses in Summer Rape caused by Pollen Beetle (*Meligethes* spp.). *Swedish Journal of Agricultural Research*. Vol. 17, s.105-11.
- Nilsson, C. (1988). The pollen beetle (*Meligethes aeneus*) in winter and spring rape at Alnarp 1976-1978. *Växtskyddsnotiser* 52:6, s.145-150.
- Nilsson, C. (1995). Rapsbaggar. Uppsala: SLU. Faktablad om växtskydd 35J.
- Nilsson, C. (2010). Impact of soil tillage on parasitoids of oilseed rape pests. I: Williams, I.H. (red). *Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests*. London: Springer, s.305-311.
- Petraitiene, E., Brazauskienė, I., Smatas, R., Makunas, V. (2008). The spread of pollen beetles (*Meligethes aeneus*) in spring oilseed rape (*Brassica napus*) and the efficacy of pyrethroids. *Zemdirbyste- Agriculture*. Vol. 95, No. 3, s.344-352.
- Richardson, D.M. (2008). Summary of findings from a participant country pollen beetle questionnaire. *EPPO Bulletin*. Vol. 38, Issue 1, s.68-72.

- Rusch, A., Valantin-Morison, M., Sarthou, J-P., Roger-Estrade, J. (2011). Multi-scale effects of landscape complexity and crop management on pollen beetle parasitism rate. *Landscape Ecology*. Vol. 26, s.473-486.
- Rusch, A., Valantin-Morison, M., Roger-Estrade, J., Sarthou, J-P. (2012). Local and landscape determinants of pollen beetle abundance in overwintering habitats. *Agricultural and Forest Entomology*. Vol. 14, Issue 1, s.37-47.
- Rusch, A., Suchail, S., Valantin-Morison, M., Sarthou, J-P., Roger-Estrade, J. (2013). Nutritional state of the pollen beetle parasitoid *Tersilochus heterocerus* foraging in the field. *Biocontrol*. Vol. 58, s.17-26.
- Scheid, B.E., Thies, C., Tscharnkte. 2011. Enhancing rape pollen beetle parasitism within sown flower fields along a landscape complexity gradient. *Agricultural and Forest Entomology*. Vol. 13, s.173-179.
- Slater, R., Ellis, S., Genay, J-P., Heimback, U., Huart, G., Sarazin, M., Longhurst, C., Müller, A., Nauen, R., Rison, J.L., Robin, F. (2010). Pyrethroid resistance monitoring in European populations of pollen beetle (*Meligethes* spp.): a coordinated approach through the Insecticide Resistance Committee (IRAC). *Pest management science*. Vol. 67, s.633-638.
- Smart, L.E. & Blight, M.M. (2000). Response of the pollen beetle, *Meligethes aeneus*, to traps baited with volatiles from oilseed rape, *Brassica napus*. *Journal of chemical ecology*. Vol. 26, No. 4, s.1051-1064.
- Tiilikainen, T.M. & Hokkanen, H.M.T. (2008). Pyrethroid resistance in Finnish pollen beetle (*Meligethes aeneus*) populations- is it around the corner? *OEPP/EPPO Bulletin* Vol. 38, s.99-103.
- Twengström, E. (2002). Behovsanpassad bekämpning av skadegörare i jordbruksgrödor. Uppsala: SLU. Faktablad om växtskydd, 1J.
- Ulber, B., Williams I.H., Klukowski, Z., Luik, A., Nilsson, C. (2010). Parasitoids of oilseed rape pests in Europe: key species for conservation biocontrol. I: Williams, I.H. (red). *Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests*. London: Springer, s.45-53.
- Vaitelyte, B., Petraitiene, E., Smatas, R., Brazauskiene, I. (2011). Control of *Meligethes aeneus*, *Ceutorhynchus assimilis* and *Dasineura brassicae* in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Zemdirbyste (Agriculture)*. Vol. 98, No. 2, s.175-182.
- Williams, I.H., Frearson, D., Barari, H., McCartney, A. (2007). Migration to and dispersal from oilseed rape by the pollen beetle, *Meligethes aeneus*, in relation to wind direction. *Agricultural and Forest Entomology*. Vol. 9, Issue 4, s.279-286.
- Zaller, J.G., Moser, D., Drapela, T., Schmöger, C., Frank, T. (2008). Effect of within-field and landscape factors on insect damage in winter oilseed rape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 123, Issues 1-3, s.233-238.
- Åhman, I., Lehrman, A., Ekbom, B. (2009). Impact of herbivory and pollination on performance and competitive ability of oilseed rape transformed for pollen beetle resistance. *Arthropod-Plant Interactions*. Vol. 3, Issue 2, s.105-113.